

Univerzita Karlova v Praze

1. Lékařská fakulta

Ústav biofyziky a informatiky

Institute of Biophysics and Informatics, First Faculty of Medicine, Charles University in Prague



Jan Sova

Zhodnocení výsledků různých metod experimentálních měření tlaku krve u studentů 1. LF UK

Evaluation of results using different methods of experimental
measuring of blood pressure amongst students of the First Faculty of Medicine of the Charles
University

Bakalářská práce

Studijní obor: Zdravotnická technika

Vedoucí práce: MUDr. Jaroslava Kyplová Ph.D.

Praha 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené informační zdroje.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

Praha 25.5.2011

.....

Děkuji MuDR. Jaroslavě Kyplové Ph.D. za odborné vedení práce, za projevenou trpělivost a ochotný přístup. Dále za shromáždění dat a poskytnutí zdrojů pro vypracování bakalářské práce. Poděkovat bych chtěl rovněž panu RNDr. Jaromíru Běláčkovi, CSc. za jeho drahocenný čas při pomoci na statistické části práce.

Identifikační záznam:

SOVA, Jan. Zhodnocení výsledků různých metod experimentálních měření tlaku krve u studentů 1.LF UK (Evaluation of results using different methods of experimental measuring of blood pressure amongst students of the First Faculty of Medicine of the Charles University). Praha, 2011, 39 s. 1 příl. Bakalářská práce (Bc.) Univerzita Karlova v Praze, 1. Lékařská fakulta, Ústav biofyziky a informatiky, Vedoucí práce Kyplová, Jaroslava

Abstrakt

Na praktických cvičeních z biofyziky u studentů 1. ročníku Lékařské fakulty jsou prováděna měření tlaku několika různými metodami: palpační, auskultační a digitální. Studenti se učí systematicky zaznamenávat svoje měření a porovnávat výsledky jednotlivých metod mezi sebou. Měření systolického a diastolického tlaku jsou samozřejmě závislá mezi sebou, ale i na řadě biometrických a jiných údajů, které jsou dobře dostupné u zdravých studentů (pohlaví, výška, váha, fyzická zátěž apod.).

Cílem práce bude porovnat výsledky získané výše uvedenými metodami ve vztahu k přesnosti rozptylu měření a předpokládaným normálními hodnotám u zdravých osob. Podkladem bude návrh a vytvoření regresního modelu pro naměřené úrovně systolického/diastolického tlaku závislého na biometrických údajích s testováním statistické významnosti parametrů metodikou vícefaktorová ANOVA pro opakovaná měření. Výsledek poukáže na výhody či nevýhody různých metod měření tlaku při adekvátně se měnících podmínkách experimentů.

Práce potvrdila hypotézy o přesnosti jednotlivých metod měření krevního tlaku. Statistické metody potvrdily závislost krevního tlaku pacienta na jeho výšce váze a pohlaví.

Klíčová slova: krevní tlak, hypertenze, statistika, ANOVA, regresní analýza

Abstract

During the projects from biophysics of freshman students of the Faculty of Medicine the pressure measurement is run by several different methods; palpation, auscultatory and digital method. Students are learning to record the measurement in a systematic way, and they are learning to compare the results of every method to each other. The measurement of systolic and diastolic pressure are dependent on each other of course, as well they are dependent on the set of biometric and other information that is well available in healthy students (sex, height, weight, physical strain etc.).

The aim of the thesis is to compare the results acquired by the methods of measurement mentioned above, related to the accuracy of the scattering of the measurement and related to the anticipated standard values of healthy individuals. The basis of the thesis is going to be project and creation of the regression model for the levels of systolic/diastolic pressure measured out that is dependent on biometric data along with the testing of statistical importance of parameters through the procedure of multifactorial ANOVA for the repeated measurement. The result will aim to show both advantages and disadvantages of different methods of the pressure measurement during accordingly varying conditions of experiments.

The thesis confirmed hypotheses concerning accuracy of particular methods of blood pressure measurement.

The statistical methods proved the dependence of the blood pressure of the patient on his height, weight and sex.

Keywords: blood pressure, hypertension, statistics, ANOVA, regression analysis

OBSAH

1.	Cíl práce a hypotézy.....	8
2.	Definice a klasifikace hypertenze.....	8
2.1	Základní informace.....	8
2.2	Dělení dle výše krevního tlaku.....	8
2.3	Dělení hypertenze.....	9
2.4	Dělení hypertenze dle orgánových komplikací.....	9
2.5	Strukturální změny sítnice (oční pozadí).....	9
3.	Měření krevního tlaku.....	10
3.1	Krevní tlak.....	10
3.2	Metody měření krevního tlaku.....	10
3.2.1	Auskultační metoda.....	10
3.2.1.1	Automatizovaná auskultační metoda (manžety).....	11
3.2.2	Palpační metoda.....	12
3.2.3	Metoda digitálního měření TK.....	12
3.2.3.1	Princip oscilometrie.....	12
3.2.3.1	AAMI.....	13
3.2.3.2	ESH.....	13
3.2.3.3	BHS.....	13
3.2.4	Pomůcky na měření TK.....	14
3.2.4.1	Fonendoskop.....	14
3.2.4.2	Rtuťový tonometr.....	14
3.2.4.3	Aneroidní tonometr.....	14
3.2.4.4	Digitální auskultační tonometry bez rtuti.....	14
3.2.4.5	Hybridní digitální tonometry.....	14

3.2.4.6	Zásady správného měření krevního tlaku v domácích podmínkách.....	15
4.	Příčiny hypertenze.....	16
4.1	Působky regulující TK.....	16
4.2	Primární hypertenze.....	16
4.3	Sekundární hypertenze.....	16
4.4	Epizodická hypertenze.....	17
5.	Léčba.....	18
5.1	Nefarmakologická léčba.....	18
5.2	Farmakologická léčba.....	19
6.	Prevence.....	20
6.1	Primární prevence.....	20
6.2	Sekundární prevence.....	20
7.	Materiál a metody.....	22
7.1	Popis statistického souboru.....	24
7.2	Použité statistické metody.....	25
7.3	Výsledky.....	26
8.	Diskuse.....	30
9.	Závěr.....	30

1. Cíl práce a hypotézy

Cílem práce je porovnání metod měření krevního tlaku. Porovnával jsem metodu auskultační, palpační a digitální. Největší přesnost by se dala očekávat od metody auskultační, ta však vyžaduje určité zkušenosti vyšetřujícího. Digitální metoda není tak přesná, avšak nevyžaduje žádné zkušenosti od osoby měřící tlak. Palpační metoda se dnes v praxi již skoro nepoužívá. Nemá dostatečnou přesnost a je velice náročná na měření.

Zároveň hledám závislost mezi jednotlivými biometrickými údaji a naměřeným tlakem. Toto porovnání provádím vytvořením regresního modelu a užitím statistické metody 2way ANOVA.

2. Definice a klasifikace hypertenze

2.1 Základní informace

Hypertenze je nejčastějším kardiovaskulárním onemocněním. V dospělé populaci činí prevalence hypertenze mezi 15-20%. S věkem stoupá i výskyt hypertenze, nad 60 let je prevalence asi mezi 30 až 40 procenty. HT je jeden z nejrizikovějších faktorů pro vznik ischemické choroby srdeční.

2.2 Dělení dle výše krevního tlaku

K definici a klasifikaci hypertenze dle výše krevního tlaku užíváme kritéria Světové zdravotnické organizace (WHO), z roku 1996: U dospělého jedince považujeme za hypertenzi TK > 140/90 mmHg prokazované alespoň u 2 ze 3 měření TK v průběhu několika týdnů.

Tabulka č. 1: Definice a klasifikace hypertenze (2, str. 10)

	systolický tlak (STK)	diastolický tlak (DTK)
Hypertenze	> 140	>90
Mírná hypertenze	140-179	90-105
hraniční hypertenze	140-160	90-95
Středně těžká hypertenze	180-199	106-114
Těžká hypertenze	>200	>115
Izolovaná systolická hypertenze	>160	<90
hraniční systolická h.	140-160	<90
Normální krevní tlak	<140	<90

	systolický tlak (STK)	diastolický tlak (DTK)
--	--------------------------	---------------------------

2.3 Dělení hypertenze

Tuto kapitolu zde uvádím jen pro úplnost, více v kapitole číslo 3.

2.4 Dělení hypertenze dle orgánových komplikací

1. stádium - je zvýšený tlak bez orgánových změn

2. stádium – orgány jsou změněny, jejich funkce však nikoliv, hypertrofie levé komory srdeční dle RTG, EKG, mikroalbuminurie, proteinurie, kalcifikace aorty nebo jiných tepen, změny velkých tepen změny velkých tepen

3. stádium – těžké orgánové změny s poruchou jejich funkce, levostranné srdeční selhání, cévní mozkové příhody, hypertenzní encefalopatie, renální insuficience, retinopatie až neuroretinopatie, disekující aneurysma

2.5 Strukturální změny sítnice (oční pozadí)

U hypertoniků dělíme podle Keitha, Wagnera a Barkera

1. stádium – angiopathia retinae hypertonica – Počínající skleróza retinálních arterií, tepny jsou napříměné a úzké, žíly jsou širší, projevuje se fenoménem měděného drátu (rozšíření reflexního proužku arterií), později stříbrného drátu. V místě křížení žíly a arterie, může být žíla utlačována a obloučkovitě se nořit do sítnice (Salusův příznak).

2. stádium – angiosclerosis retinae hypertonica – generalizovaná skleróza, fenomény křížení a měděného drátu, těžké hodnocení i pro zkušené oftalmology. V tomto stádiu nacházíme navíc ložiskové změny (retinální hemoragie, ischemická ložiska, lipidní exsudáty a edém makuly), jsou to projevy dlouhodobé dekompenzace HT.

3. stádium – retinopathia hypertonica – perivaskulární změny, edém, krvácení

4. stádium – neuroretinopathia hypertonica, podobné třetí fázi, navíc edém papily zrakového nervu, který provází nitrolební hypertenzi. [2], [6]

3. Měření krevního tlaku

3.1 Krevní tlak

Krevní tlak je tlak způsobený krví v tepnách, měří se ve výši srdce nebo se na tuto hodnotu přepočítává. Při měření v délce jednoho tepu, máme možnost zjistit systolický tlak, tím způsobem, že odečteme maximální hodnotu tlakové křivky. Minimální hodnota tlakové křivky udává tlak diastolický. Arteriální systolický tlak je nejvyšší tlak v tepně během srdečního stahu. Diastolický tlak je zase nejnižší tlak při uvolnění srdečního svalu, jeho hodnota je dána hlavně elasticitou velkých cév, které u zdravého jedince fungují jako pružník. Tam, kde se elasticita cév vytrácí dochází ke zvýšení tlaku, nejčastější příčinou je aterosklerotický proces u starších jedinců. Rozdíl systolického a diastolického tlaku se nazývá tlaková amplituda. Při vyjádření hodnot tlaku krve (TK) se nejdříve píše systolický a za lomítkem diastolický tlak, jako jednotka se používá torr, například běžná hodnota TK 120/80 torrů. Hlavní vlivy na TK má síla systoly srdečního svalu, která žene okysličenou krev do velkého tělního oběhu, již zmiňovaný periferní odpor cév, dále množství a viskozita krve.

3.2 Metody měření krevního tlaku

Pro měření TK se používají 2 metody a to přímé a nepřímé. Při přímé metodě se zavádí kanyla do žíly a napojuje se na rtuťový manometr, nepřímá metoda je neinvazivní a používáme například rtuťový tonometr. Přímá metoda se využívá pouze na specializovaných pracovištích, pro běžné použití nám stačí metoda nepřímá. V této práci se věnuji hodnocení pouze nepřímých měřících metod.

3.2.1 Auskultační metoda

Auskultační metoda spočívá v tom, že sám vyšetřující odečítá hodnoty TK pomocí fonendoskopu. Na začátku měření musí být v manžetě vyšší tlak než v tepně, aby manžeta působila jako překážka krevního průtoku. Postupně musíme v manžetě tlak snižovat, dokud nedojde k obnovení průtoku. Tlak v manžetě však působí deformaci tepny, proudění krve není lineární, ale turbulentní. Hodnota tlaku, při níž začínají být ve fonendoskopu slyšitelné srdeční ozvy a především šelesty způsobené turbulentním prouděním (Korotkovův fenomén), odpovídá hodnotě systolického krevního tlaku. Ozvy jsou slyšet, dokud se tlak v manžetě nesníží na tolik, že již nestačí tepnu deformovat, obnoví se laminární proudění a přestane být slyšitelný Korotkovův fenomén. Tento okamžik odpovídá hodnotě diastolického tlaku. Není důležité, zda je používán rtuťový, aneroidní či digitální tonometr. Auskultační metoda je považována za nejpresnější způsob měření krevního tlaku. Přestože technika této metody není složitá, je třeba počítat s možnou chybou vyšetřujícího. V průběhu měření jsou kladeny zvýšené nároky na sluch vyšetřujícího zejména v oblasti nízkých kmitočtů do 300 Hz, kde se uplatňuje impulsní signál s frekvencí do 1 Hz. Špatný sluch zaznamená systolický tlak nižší než správný, vlivem hystereze sluchu se pak s podstatně větší chybou zaznamená diastolický tlak nesprávně vyšší. Měřící metoda je citlivá na okolní rušivý hluk. [2]

3.2.1.1 Automatizovaná auskultační metoda (manžety)

„Automatizovaná auskultační technika, kdy místo fonendoskopu je v manžetě umístěn snímací mikrofon nebo dopplerovská sonda, pracuje jako detektor Korotkovových zvuků. Řídící obvod spouští membránový vzduchový kompresor, manžeta je vypouštěna elektronicky ovládaným ventilem.

V průběhu kontinuálního vypouštění manžety rychlostí 2 mmHg/s, detekuje snímací mikrofon ozvy a vyhodnocovací obvody stanoví hodnotu systolického a diastolického tlaku. Pomalejší vypouštění vede k zatěžování neprokrvované tkáně, rychlejší vypouštění obtížně detekuje počínající a zanikající Korotkovovy zvuky, čímž dochází ke stanovení systolického tlaku chybně nižšímu a diastolickému chybně vyššímu.

Metoda je citlivá na pohyby paže v manžetě během měření, které jsou zdrojem rušivých zvuků detekovaných mikrofonem. Zásadní je přesná pozice manžety určená erudovanou obsluhou tak, že mikrofon umístěný na distálním konci manžety na vnitřní straně paže musí být fixován přesně na brachiální tepně. Pozice manžety je však nestabilní a dlouhodobé měření bývá problematické.

Volba manžety zásadně ovlivňuje přesnost měření. Mechanickou analýzou byl testován a potvrzen vliv šířky manžety na správnou aplikaci tlaku na tepnu pod manžetou. Čím byla zvolená manžeta nesprávně užší, tím byly naměřené hodnoty falešně vyšší. Správně zvolená manžeta je poměrem její šířky ku obvodu paže v měřeném místě. Podle těchto výsledků se vyrábějí typizované manžety různých velikostí. Důležité je i správné umístění manometru. “ [1, str. 160-161]

Tabulka č. 2: Doporučené rozměry manžety pro měření TK [2]

	Rozměry manžety (cm)	Obvod horní končetiny (cm)
děti	3x 20	< 8
	6x 20	8-15
dospělí	12x 22,5	< 33
	15x 35	33-41
	17,5x 37,5	(obézní) > 41

3.2.2 Palpační metoda

Při této metodě měření TK, musí být stejně jako u auskultační metody v manžetě vyšší tlak než je v tepně. Prsty levé ruky přiložíme na místo, kde jsme před nafouknutím manžety palpovali tep na brachiální arterii a pomalu snižujeme tlak v manžetě. Hodnotě systolického tlaku odpovídá tlak, kdy palpujeme první srdeční úder. Diastolický tlak nelze palpační metodou měřit.

3.2.3 Metoda digitálního měření TK

Tlakoměry jsou buďto automatické či poloautomatické, převážně pracují na oscilometrickém principu. Tato metoda spočívá v určení hodnoty tlaku, při níž jsou největší tlakové změny v tepně. Nedochází tedy přímo ke stanovení výše systolického a diastolického tlaku, nýbrž ke stanovení středního arteriálního tlaku, oba tlaky se dopočítávají pomocí softwaru přístroje. To je důvod proč při oscilometrické metodě není dosaženo takové přesnosti jako u auskultační metody. Digitální měření tlaku se využívá hlavně pro domácí použití. Testování tlakoměrů probíhá pomocí 3 různých protokolů.

3.2.3.1 Princip oscilometrie

„Pulsace brachiální artérie horní končetiny vložené do uzavřené komory s definovatelným tlakem, v rozmezí systolického a diastolického tlaku, se přenáší na pulsace tlaku v komoře.

V současné době plně automatický přístroj plní manžetu vzduchem nad hodnotu systolického tlaku a následně ji vypouští rychlostí 2 mmHg/s. Piezoelektrický snímač umístěný paralelně ve vzduchovém vedení detekuje superpozici aplikovaného tlaku společně s oscilacemi manžety. V průběhu snižování tlaku v manžetě se pomocí filtru typu horní propusti o mezní frekvenci 1 Hz vyhodnocují amplitudy jednotlivých postupně narůstajících a následně klesajících kmitů

Předpokládá se, že hodnota tlaku v manžetě v okamžiku detekce maximální oscilací O_m je rovna střednímu arteriálnímu tlaku (MAP). V porovnání s intrakardiálně měřeným tlakem v brachiální arterii byl pak systolický a diastolický tlak stanoven pevným poměrem vůči maximálním oscilacím úměrným MAP. Systolickému tlaku je rovna narůstající oscilace o velikosti $O_s = 0,55 O_m$. Podobně diastolickému tlaku je rovna klesající oscilace o velikosti $O_d = 0,85 O_m$.

Katalogově popisovaná přesnost komerčních oscilometrických přístrojů ± 3 mmHg nebývá často dodržena. Experimentálním měřením bylo potvrzeno, že čím více se hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence vzdalují od normálu, tím větší bývá i odchylka měření (až 10 mmHg)

Na základě toho byla obecně stanovena hodnota systolického a diastolického tlaku krve pomocí metody nazvané odvozená oscilometrie. Byl vynesena graf derivace amplitudy oscilací podle tlaku v manžetě v závislosti na tlaku v manžetě. Maximum derivace odpovídá hodnotě systolického tlaku, nulové derivaci odpovídá MAP a minimum derivace odpovídá

hodnotě tlaku diastolického. Metoda odvozené oscilometrie byla testována na 30 pacientech detektorem Korotkovových zvuků. Stejných výsledků bylo dosaženo v 91% měření systolického tlaku, popř. 94% tlaku diastolického.

Oscilometrickou metodu využívají takřka všechny „domácí“ tonometry. Z bezpečnostního hlediska jdou téměř vždy aneroidní, obvykle jsou vybaveny mikropočítačem a zobrazovacím displejem. Umožňují vyhodnocovat tepovou frekvenci, mívají paměť na desítky měření, některé umějí zpracovaná data tisknout. Oproti snímání zvuků mikrofonom zde není zásadní přesná fixace manžety, čímž je metoda velmi jednoduchá pro obsluhu. Navíc není citlivá na okolní hluk, při měření je třeba udržovat končetinu ve svalovém klidu.

Holterovské měření tlaku využívají téměř vždy oscilometrickou metodu a měří krevní tlak i tepovou frekvenci obvykle po dobu 24 hodin. Tato měření umožňují zachycovat změny tlaku v časovém horizontu desítek minut až hodin. Jejich výhodou je dobrý průkaz anamnesticky udávaných změn, které při jednorázovém vyšetření nemusí být a zpravidla nebývají zachyceny.

Tlakové holterovské systémy sledují a zaznamenávají požadované hodnoty do interní paměti v pravidelných intervalech, nejčastěji 5minutových až 2hodinových, s možností různého nastavení v denní a noční době. Součástí systému je počítačový terminál se softwarem pro analýzu vyhodnocení záznamu včetně trendů a kategorizace měření.“ [1, str. 161-162]

3.2.3.1 AAMI

AAMI je protokol americké společnosti Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Test je založen na směrodatné odchylce měření proti rtuťovému tlakoměru. Na základě testování je přístroj schválen či nikoliv.

3.2.3.2 ESH

Protokol vypracovaný Evropskou společností pro hypertenzi (ESH). Je založen na hodnocení absolutní odchylky proti rtuťovému tlakoměru. Výsledek je podobný jako u AAMI, konstatování vyhovuje/nevhovuje (pass/fail).

3.2.3.3 BHS

Je to protokol britské společnosti pro hypertenzi (BHS). Je to nejpodrobnější protokol, přístroj je hodnocen podle toho, jak přesně se shoduje se standardem. Ve 4 úrovních, jenž jsou značeny písmeny A-D. Jednotlivě se hodnotí přesnost měření systolického krevního tlaku krevního tlaku diastolického. Závěrečné hodnocení je uvedeno ve tvaru X/Y (STK/DTK). Nejlepší výsledek je A, nejhorší D. Přístroj, který může být doporučen pro praxi musí mít nejhůře hodnocení B/B.

Protokol BHS je samozřejmě nejpřesnější, tím pádem je největší zárukou spolehlivosti přístroje. Vyjadřuje, jak použitelnost v praxi, tak míru shody se rtuťovým tonometrem. Neexistuje však žádná závazná právní norma, podle které by musel být digitální tonometr

klinicky testován podle některého z těchto protokolů. Doporučením tonometrů pro praxi se zabývá mezinárodní odborná organizace Dabl Educational, na niž se odvolávají všechna lékařská doporučení pro diagnostiku a léčbu vysokého krevního tlaku

3.2.4 Pomůcky na měření TK

3.2.4.1 Fonendoskop

Někdy také zvaný stetoskop je jednoduchý nástroj, určený k přenosu akustických projevů vyšetřovaných orgánů. Fonendoskop je tvořen zvoncovým koncem a pryžovými hadičkami se sluchátky (naslouchátko). Zvuky vznikající v lidském těle jsou snímány z povrchu těla a vedeny naslouchátkem do ucha vyšetřujícího. Naslouchátko funguje jako rezonátor. Je vyrobeno buď pouze z kovu, nebo obsahuje ještě membránu. Opatřené membránou zachycuje zvuk se střední frekvencí (250 – 1500 Hz), naslouchátko bez membrány lépe přenáší zvuk s nižší frekvencí (40 – 250 Hz). Fonendoskop je tvořen zvoncovým koncem a pryžovými hadičkami se sluchátky.

3.2.4.2 Rtuťový tonometr

Klasický a dnes již dosluhující typ tonometru má své výhody. Rtuť nemění své vlastnosti během času a vždy podléhá jen fyzikálním zákonům. I když bude nutno ji nahradit kvůli toxicitě, pravděpodobně zůstane "zlatým standardem", vůči němuž se všechny ostatní tonometry budou porovnávat. Všechny rtuťové tonometry, pokud mají správně dělenou stupnici a jsou kalibrovány, se považují za přesné.

3.2.4.3 Aneroidní tonometr

V aneroidním neboli pružinovém (deformačním) tonometru je rtuťový sloupec nahrazen odporovou pružinou. Pružina ovšem mění své vlastnosti v závislosti na teplotě okolí, vlhkosti a stupni opotřebení. Přístroje jsou také velmi citlivé na otřesy a nárazy, které mohou pružinu poškodit. Aneroidní tonometry tedy vyžadují častější kontrolu přesnosti.

3.2.4.4 Digitální auskultační tonometry bez rtuti

Použití takových tonometrů je naprosto stejné, jako u tonometrů rtuťových. Používá se rovněž poslech fonendoskopem. Rozdíl je v tom, že toxickou rtuť nahrazuje elektronický čip. Ten sám o sobě tlak neměří, nýbrž pouze přepisuje hodnoty tlaku na displej. Krevní tlak stále měří zdravotník. Digitální auskultační tonometry bez rtuti by měly být klinicky testovány na přesnost. Na světě však v současnosti existují pouze 2 typy, které požadavek klinické přesnosti splňují.

3.2.4.5 Hybridní digitální tonometry

Hybridní digitální tonometry kombinují auskultační a oscilometrickou metodu měření. Zdravotník má tak možnost volby a při pochybnostech krevní tlak změřit klasicky. Tyto tonometry představují zatím příslib do budoucna, protože dosud žádný typ nebyl klinicky testován na přesnost.

3.2.4.6 Zásady správného měření krevního tlaku v domácích podmínkách

- Nutno použít výhradně klinicky otestovaný přístroj.
- Měření se provádí po 5 minutách klidu.
- Je nutno odstranit všechny prvky, které končetinu stahují, jako např. oděvy nebo šperky.
- První měření krevního tlaku se provádí nejdříve na obou končetinách, dále se pokračuje na té, kde byl naměřen vyšší tlak.
- Manžetu je třeba mít vždy na stejném místě v úrovni srdce, zejména u zápěstních přístrojů
- I ty zápěstní přístroje, které prošly klinickými testy, vyžadují větší pozornost při dodržování podmínek měření, především na polohu ruky, na které je krevní tlak měřen; ta by měla být volně podložena ve výši srdce.
- Prvních několik měření se považuje za „zkoušku“ a z naměřených hodnot se nevyvozují žádné závěry.
- Měří se vždy 2x s odstupem 5 minut a hodnotí se jen průměr těchto měření.
- Pokud jsou náhodně naměřeny výrazně vyšší nebo výrazně nižší hodnotu, měření je třeba opakovat.
- Zásadní chybou je měření krevního tlaku ve vypjatých situacích, při stresu, po kouření, po vypití černé kávy a alkoholu a po požití léků na hypertenzi. Za těchto podmínek nebyl žádný digitální tlakoměr testován.
- V přítomnosti poruch srdečního rytmu nemusí přístroj měřit správné hodnoty.
- Jednotlivé naměřené hodnoty nic neznamenají, průměr z nich by se měl pohybovat pod 135/85 mmHg. [2]

4. Příčiny hypertenze

Krevní tlak je udržován pomocí dvou mechanismů. Prvním mechanismem je regulace minutového srdečního výdeje, ten udává objem krve, který je vytlačen srdcem do krevního oběhu za jednu minutu. Minutový srdeční výdej je závislý na objemu levé komory na konci diastoly (preloadu), na kontraktilitě myokardu, dále na odporu proti kterému levá komora vypuzuje krev (afterload) a na srdeční frekvenci. Druhým mechanismem je regulace periferního odporu cév. Ta je v rámci celého systému ovlivněna sympatikem a osou renin-angiotenzin-aldosteron. Lokálně závisí na pyogenní reakci cév, chemických látkách metabolického původu a látkách humorálních.

4.1 Působky regulující TK

Krevní tlak je udržován v optimálním rozmezí dynamickou rovnováhou mezi presorickými a depresorickými mechanismy. Presorický vliv mají katecholaminy (noradrenalin, adrenalin), renin-angiotenzinový systém, mineralokortikoidy arginin-vazopresin, endotelin a TXA₂. Depresorickými působky se projevují prostaglandiny, natriuretické peptidy, kalikrein-kinin, dopamin, medullipin a endoteliální relaxační faktor (EDRF). Mezi exogenní vlivy patří zvýšený přísun chloridu sodného, energie (obezita), alkoholu nebo také zvýšený psychický či fyzický stres.

4.2 Primární hypertenze

Hypertenze se dělí na primární a sekundární (symptomatickou). Primární hypertenze, nazýváme také esenciální, takových se v populaci vyskytuje 95%. Je to multifaktoriální onemocnění, s neznámou příčinou. Vznik se připisuje genetickým faktorům, vlivu prostředí či poruše vnitřních orgánů. Neexistuje přímo zodpovědný gen, dědičnost je polygenní a heterogenní. Genetické faktory způsobují asi 30% všech hypertenzí. Změny v metabolismu angiotenzinu, změny transmembránového buněčného transportu, omezená schopnost ledvin vylučovat sodík či rezistence na inzulin, to jsou všechno důvody, které mohou způsobit tento typ hypertenze.

4.3 Sekundární hypertenze

Sekundární hypertenze je důsledkem nebo příznakem jiného primárního onemocnění, tuto skupinu tvoří zbývajících 5% hypertoniků. Nejčastěji bývá způsobena perorálními kontraceptivy. U většiny žen dojde k mírnému zvýšení krevního tlaku při užívání perorálních kontraceptiv, může však dojít i k vzestupu výraznému. Výrazný vzestup tlaku je způsoben zvýšením objemu cirkulující krve, v závislosti na zvýšené funkci renin-angiotenzin-aldosteron systému. Sekundární HT může být také způsobena nemocemi ledvin. Choroby ledvin mohou být jak akutní tak i chronické glomerulonefritidy nebo pyelonefritidy, zvýšení tlaku je i zde způsobeno systémem renin-angiotenzin-aldosteron. Při snížené renální funkci či chronickém selhání bývají hodnoty krevního tlaku vysoké. Renální vaskulární hypertenze je způsobena zúžením jedné nebo obou renálních arterií. Zvýšení krevního tlaku může rovněž působit koarktace aorty. Koarktace je ohraničené zúžení oblouku aorty, přímo pod odstupem levé podklíčkové tepny, to může způsobit nedostatečný přístup krve do spodní části těla. K dalším

zřejmým příčinám patří nadměrné vylučování aldosteronu u adenomu nadledviny. Stav se musí prokázat nálezem zvýšené hladiny hormonu v krvi a anatomickým průkazem adenomu nadledviny CT vyšetřením. [5]

4.4 Epizodická hypertenze

Většina hypertenzí je trvalých, v malém množství se vyskytuje epizodická forma. K příčinám epizodické hypertenze patří:

- Feochromocytom
- Rebound fenomén po vysazení beta blokátorů, centrálně působících látek stimulujících alfa₂ – receptory
- Úzkostné stavy, psychózy
- epizodická nadprodukce kortizolu
- hypertenzní krize po inhibitech MAO
- akutní porfyrie
- encefalitis
- dysfunkce baroreceptorů
- deregulace hypotalamu tetanus
- Guillain-Barré sy
- Familiární dysautonomie
- Mastocytóza
- Otrava Pb

Epizodická hypertenze je diagnostikována po vyloučení sekundární hypertenze. Odlišení epizodické a sekundární hypertenze je v praxi velmi zásadní, vzhledem k terapeutickým postupům. Ačkoli neznáme přesnou vyvolávací příčinu epizodické hypertenze, předpokládá se multifaktoriální patogeneze, s větší či menší účastí různých faktorů. [2]

5. Léčba

Léčba hypertenze má dobrý vliv na koronární a cerebrovaskulární morbiditu a mortalitu, účinek byl prokázán jak u pokročilých forem hypertenze, hypertenzí mírných, hypertenzí vyššího věku a izolovaných systolických hypertenzí. Hlavní dělení léčby je na farmakologickou a nefarmakologickou. Cílem léčby je normalizace krevního tlaku, tzn. snížit krevní tlak pod hodnotu 140/90 mmHg. U mladších hypertoniků (do 30 let) bez projevů cerebrovaskulárních nebo koronárních komplikací a hypertoniků s diabetes mellitus snižujeme až na hodnoty 120-135/80-85 mmHg. Cílem není jen samotné snížení tlaku, ale také zpomalení rozvoje orgánových projevů a ovlivnění dalšího průběhu vaskulárních komplikací hypertenze. U izolované systolické hypertenze u starších osob se systolickým tlakem krve větším než 180 mmHg je cílem dosažení systolického tlaku krve pod 160 mmHg, při výchozím systolickém TK 160-180 mmHg postačí snížení o 20 mmHg.

5.1 Nefarmakologická léčba

Nefarmakologická část je součástí léčby všech nemocných s hypertenzí. Tato část léčby nemá za cíl pouze redukci tlaku, ale i ovlivnění dalších rizikových faktorů aterosklerotického procesu:

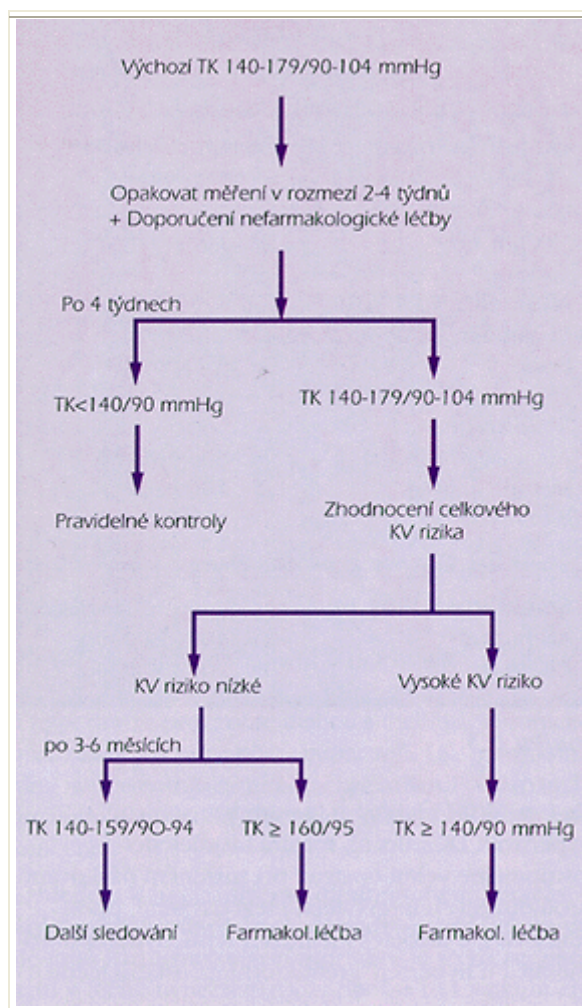
1. **Redukce hmotnosti u obezity** patří k nejdůležitějším opatřením. Normalizace tělesné hmotnosti vede u řady nemocných s hypertenzí k normalizaci krevního tlaku, nebo alespoň k redukci dávek antihypertenziv. Snížení tlaku je ve většině případů pozorovatelné již při redukci váhy o 5 kilogramů.
2. **Redukce přívodu sodíku**, doporučuje se 5-6g/den. Reakce organismu bývají individuální, výrazné snížení je většinou pozorováno u starších osob.
3. **Snížení příjmu alkoholu** pod 30 g/den. Nadměrný příjem etanolu vede v první řadě ke zvýšení tlaku, v druhé řadě k rezistenci na antihypertenziva
4. **Pravidelná fyzická aktivita izotonického charakteru.** Tento typ tělesné námahy nejen zlepšuje kontrolu hypertenze, ale přispívá ke kontrole hmotnosti. Také ovlivňuje lipidový metabolismus, snižuje množství triglyceridů a naopak zvyšuje HDL-cholesterol. Patří sem hlavně sporty jako běh, lyžování, plavání, cyklistika, jako nevhodné se považuje hlavně kopání a zvedání těžkých břemen.
5. **Abstinence nikotinu** k eliminaci dalšího faktoru ICHS.

Diskutují se i další opatření jako omezení stresu, různé diety (zvýšený příjem K, Ca, Mg nebo omega – 3 mastných kyselin).

5.2 Farmakologická léčba

Farmakologickou léčbu zahajujeme u všech pacientů se systolickým krevním tlakem vyšším než 180 mmHg a diastolickým krevním tlakem 105 mm Hg. Farmakologickou léčbu rovněž nasazujeme u těch pacientů, u kterých jsme po 3-6 měsících nefarmakologické léčby nedosáhli požadovaného snížení krevního tlaku. Léčbu obvykle zahajujeme monoterapií, to znamená použitím pouze jednoho typu antihypertenziva, tato metoda bývá úspěšná pro 40-60% pacientů. U ostatních dosahujeme normalizace krevního tlaku kombinací dvou i více antihypertenziv. Kombinace antihypertenziv může mít určité nevýhody, avšak je nutné kombinovat různé typy antihypertenziv podle mechanismu jejich působení a s podobným trváním účinku. Vhodnou kombinací dosáhneme požadovaného účinku a minimalizujeme nežádoucí účinky léčby. Upřednostňujeme léky s dlouhodobým účinkem, umožňující podávání jednou denně.

Tabulka č. 3: Léčba mírné hypertenze [2, str. 30]



Důležitý je správný výběr jednotlivých antihypertenziv: Při farmakoterapii hypertenze užíváme 6 hlavních tříd antihypertenziv: diuretika, beta-blokátory, ACE-inhibitory, dlouhodobě působící blokátory kalciových kanálů, látky interferující s adrenergními alfa-receptory a dnes méně užívaná antihypertenziva s přímým vasodilatačním účinkem (přímé vasodilatátory).

Doposud chybí výsledky dlouhodobých studií, prokazujících, zda novější antihypertenziva (ACEI a blokátory kalciových kanálů) mají stejný nebo lepší výsledný účinek na kardiovaskulární a cerebrovaskulární mortalitu než diuretika a beta-blokátory. Proto diuretika a beta-blokátory jsou doporučovány jako léky první volby u všech hypertoniků. Novější antihypertenziva indikujeme, pokud diuretika a beta-blokátory jsou kontraindikovány nebo neúčinné, či mají nežádoucí účinky, nebo za určitých specifických situací. [2], [6]

Tabulka č. 4: Volba antihypertenziv při komplikacích hypertenze a dalších situacích [2, str. 33]

Hypertrofie LK:	nejvhodnější ACEI, blokátory kalciových kanálů beta-blokátory Méně vhodná diuretika mimo indapamidu
ICMS-stav po AIM:	Beta-blokátory lékem volby Při srdečním selhání (NYHA II-IV) nebo asymptomatické dysfunkci LK - ACEI
- angina pectoris:	Beta-blokátory
Srdeční selhání:	ACEI, diuretika
Diabetes mellitus:	ACEI, blokátory kalciových kanálů alfa-adrenergní blokátory beta-blokátory jen selektivní nebo s ISA
Hypertenze starších osob:	Diuretika, beta blokátory

6. Prevence

6.1 Primární prevence

Nejdůležitějším primárně preventivním opatřením je snížení nadměrné hmotnosti, omezení přívodu sodíku, alkoholu (pod 30g/den) a zvýšení aerobní fyzické aktivity. Současně se snažíme ovlivnit i další rizikové faktory ICHS typu kouření.

6.2 Sekundární prevence

Základem sekundární prevence je co nejčasnější detekce nemocných s již existující hypertenzí. Nejužitečnější je měření krevního tlaku při každé návštěvě v ordinaci kteréhokoliv lékaře a měření krevního tlaku u rizikových skupin (potomci z rodin hypertoniků, diabetici). Bohužel stále kolem 50 % pacientů neví o své chorobě. [2]

7. Materiál a metody

Měření na praktikách probíhalo ve dvojicích, kdy se střídali vyšetřující a vyšetřovaný. Do protokolu se zapisoval, jak krevní tlak naměřený vyšetřujícím, tak tlak kolegy. Pro mé potřeby byly vždy použity hodnoty pouze jednoho studenta, aby nedocházelo k opakování dat. Provádělo se měření třemi metodami: auskultační, palpační a digitální. Auskultační metodou se měřilo třikrát na levé ruce. Měření se opakovalo i pro ruku pravou. Byl naměřen i tlak po zátěži 25 dřepů a měření proběhlo po jedné, dvou a třech minutách. Palpační metodou lze měřit pouze tlak systolický, měření proběhlo opět 3x na každé paži. Poslední záznam proběhl pomocí digitálního přístroje. Přístrojem byl měřen TK dvakrát na každé paži. Všechny tyto hodnoty byly zaznamenány do předem připravených protokolů.

Práci s protokoly mi značně ztěžovalo hned několik skutečností. Nejprve jsem pracoval na seskupení protokolů ze školních e-mailů. Dohromady jsem dostal přes 700 protokolů, které obsahovali pro mě stěžejní tabulky s hodnotami. Většina protokolů byla ve formátu doc nebo docx, které se dali zpracovávat pomocí výpočetní techniky ale ostatní formáty jako pdf či jpg jsem přepisoval ručně. Vytvořením makra jsem dostal většinu formulářů do excelovských tabulek. V tuto chvíli jsem objevil nejvíce problémů. Moje myšlenka byla taková, že vytvořím mapování pro jeden formulář a ostatní se dle stejného mapování nakopírují. Mapování bylo v podstatě pro každý formulář jiné. To znamenalo projít zvlášť každý formulář a upravit hodnoty do řádků a sloupců tak aby se správně přečetli. Při této práci jsem zjistil, že některé protokoly patří k úplně jiným úlohám z biofyziky nebo se některé opakují. Tím pádem se finální počet dostal až na 622 vzorků. V tomto čísle počítám i protokoly neúplné, kde chyběly některé údaje. Zcela kompletních protokolů je 516, zbývající neobsahují některé z požadovaných údajů, což se projevovalo hlavně na počtu vzorků při složitějších analýzách. Po správném zmapování všech formulářů jsem dostal tabulku, kde jsem měl všechny potřebné a dostupné údaje. Tyto údaje však také nebyly bezchybné, okometrickou kontrolou jsem data upravil, popřípadě našel v odpovídajících formulářích. Ve finální tabulce jsem nahradil pohlaví číslicemi, kvůli statistickému hodnocení, pro muže je použita 0, pro ženy 1. Dále jsem dělil políčka obsahující hodnoty STK/DTK, dělil tak aby obě hodnoty byly zvlášť. U této tabulky jsem ještě pomocí minima a maxima prováděl kontrolu, zda jsou všechny hodnoty správné a nenachází se nikde nesmyslně malá či velká hodnota. Takto zpracovaná tabulka byla již připravena pro import do statistických programů.

Tato měření probíhají v rámci praktik z biofyziky v prvním ročníku studia všeobecného lékařství. Tudíž věkový průměr bude někde okolo 20-21 let. Z celkového počtu 622 pozorovaných studentů bylo 443 žen a pouze 179 mužů. Vzhledem k nízkému průměrnému věku pozorované skupiny by průměrné hodnoty naměřeného tlaku měli vyjít v předepsaném fyziologickém prostředí.

Tabulka č. 5: Ukázka protokolu pro záznam naměřených hodnot

Jméno:						Kruh: 1011						Datum:											
Úloha 8 – Měření tlaku krve																							
Vstupní data:																							
Výška: cm																							
Váha: kg																							
Věk:																							
Pohlaví:																							
BMI:																							
Počet tepů /min v klidu:																							
Počet tepů/min po zátěži:																							
Vlastní měření :												Po zátěži											
				STK /DTK								25 dřepů											
				1.vlastní				2.kolega				1.vlastní				2.kolega							
Auskultační metoda												minuta po zátěži											
Levá 1.												1.min											
2.												2.min											
3.												3.min											
Pravá 1.																							
2.																							
3.																							
Palp. met.				1.vlastní				2.kolega				Dig. tlakoměr				1.vlastní				2.kolega			
Levá 1.												1.											
2.												2.											
3.																							
Pravá 1.												1.											
2.												2.											
3.																							

7.1 Popis statistického souboru

Tato měření probíhají v rámci praktik z biofyziky v prvním ročníku studia všeobecného lékařství. Tudiž věkový průměr bude někde okolo 20-21 let. Z celkového počtu 622 pozorovaných studentů bylo 443 žen a pouze 179 mužů. Průměrné hodnoty naměřeného tlaku se pohybují v rozmezí předepsaném pro tuto věkovou skupinu. Hodnota N je různá z důvodu neúplnosti některých protokolů.

Tabulka č. 6: Popisné charakteristiky souboru (naměřených hodnot)

	N		Mean	SEM	Minimum	Maximum
	Valid	Missing				
Jméno	622	0				
Pohlaví	622	0	,71	,018	0	1
Výška	617	5	172,41	,347	151	200
Váha	618	4	64,92	,449	43	105
BMI	617	5	21,74	,104	16	33
Tep (v klidu)	607	15	74,43	,432	48	130
Tep (při zátěži)	605	17	102,68	,832	54	172
ASL1	618	4	111,78	,460	80	149
ADL1	616	6	70,29	,341	45	95
ASL2	618	4	110,99	,463	75	160
ADL2	617	5	70,21	,349	50	113
ASL3	615	7	110,39	,445	80	148
ADL3	614	8	69,96	,337	40	95
ASP1	616	6	111,23	,441	80	140
ADP1	615	7	70,21	,344	45	102
ASP2	616	6	111,32	,450	80	150
ADP2	616	6	69,80	,350	50	95
ASP3	615	7	111,03	,452	80	146
ADP3	613	9	69,41	,354	50	100
ASz1	620	2	125,50	,543	88	173
ASz2	619	3	119,72	,500	85	169
ASz3	617	5	114,79	,495	85	155
ADz1	619	3	73,26	,426	40	128
ADz2	618	4	71,83	,378	48	110
ADz3	616	6	69,34	,338	50	100
PSL1	600	22	109,96	,482	61	150
PSL2	600	22	108,74	,479	61	145
PSL3	597	25	108,79	,488	60	140
PSP1	599	23	109,24	,501	61	138
PSP2	599	23	108,55	,511	63	150
PSP3	596	26	108,74	,499	62	150
DSL1	586	36	110,89	,522	81	152
DDL1	568	54	70,14	,365	38	100
DSL2	579	43	110,37	,515	79	147
DDL2	559	63	69,93	,354	49	130
DSP1	572	50	110,76	,507	82	158
DDP1	553	69	69,51	,380	49	127
DSP2	565	57	109,34	,497	81	147
DDP2	546	76	68,71	,336	47	102

Průměrná hodnota BMI je 21,74. Tato hodnota odpovídá normální hmotnosti, blíží se spíše spodní hranici, což bych přisoudil většímu počtu žen v pozorovaném souboru. BMI je hodnota závisující pouze na dvou hodnotách. $BMI = \text{Váha (kg)} / \text{Výška (m)}^2$, v podstatě vyjadřuje fyziologické množství tukové tkáně v těle. Podle BMI se populace dělí na podváhu (0 - 18.5), normální hmotnost (18.5 - 24.9), nadváhu (25 - 29.9), obezitu I. stupně (30 - 34.9), obezitu II. stupně (35 - 39.9) a obezitu III. stupně (40 – více). Tento model potvrdil závislost tlaku na výšce a váze. Pouze závislost na tepové frekvenci se ukázala jako neprůkazná. Proto se v tabulkách 7 a 8 pracovalo pouze se závislostí na pohlaví a body mass indexu (tepová frekvence byla vynechána).

7.2 Použité statistické metody

Hodnoty krevního tlaku byly použity jako závisle proměnné v lineárním regresním modelu

$$Y_i = b_0 + b_1 * SEX_i + b_2 * BMI_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, N,$$

kde symbol Y zastupuje kteroukoli z měřených hodnot krevního tlaku (včetně opakování), SEX identifikuje pohlaví (0 – muž; 1 – žena), BMI body-mass index odvozený ze spojitě měřené váhy a výšky probandů; b_0 , b_1 , b_2 jsou lineární regresní koeficienty modelu a ε značí normálně rozdělenou chybu měření.

Alternativně byl použit ještě faktorový 2-way ANOVA model

$$Y_i = z_0 + z_1(SEX_i) + z_2(tBMI_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, N,$$

když $z_1(SEX_i)$ resp. $z_2(tBMI_i)$ jsou dvě resp. tři úrovně faktoru SEX resp. tBMI (s hodnotami: 'BMI < 20', '20 < BMI < 25', 'BMI > 25'. [příloha 1])

Komparace auskultační, palpační a digitální metody měření tlaku byly provedeny párově prostřednictvím jednovýběrového T-testu a (jelikož některé proměnné nebyly shledány jako normálně rozdělené) jednovýběrovým Wilcoxonovým testem. Výsledky jsou prezentovány prostřednictvím tabulek a grafů vytvořených v rámci programu Statistica (verze 9.0).

7.3 Výsledky

U všech následujících tabulek červená barva označuje p hodnoty menší než 0,001. Hodnoty statisticky významné. Zelenou barvou jsou značeny hodnoty $p < 0,005$. Žlutá je pro statistickou pravděpodobnost $p < 0,01$. Modrá značí statisticky nevýznamné p hodnoty ($p > 0,01$).

Tabulka č. 7: Testové statistiky a statistická významnost parametrů lineárního regresního modelu

y	Model: $y = b_0 + b_1 \cdot \text{SEX} + b_2 \cdot \text{BMI}$					SEX		BMI		Absolutní člen (b_0)
	R2	df1	df2	F(df1;df2)	p	b1	p1	b2	p2	
ASL1	9,1%	2	610	30,696	0,000	-4,259	0,000	0,896	0,000	95,350
ADL1	6,0%	2	608	19,516	0,000	-1,767	0,022	0,650	0,000	57,397
ASL2	11,0%	2	610	37,698	0,000	-4,461	0,000	1,025	0,000	91,885
ADL2	4,5%	2	609	14,378	0,000	-1,189	0,136	0,617	0,000	57,649
ASL3	14,0%	2	607	49,536	0,000	-5,036	0,000	1,069	0,000	90,780
ADL3	5,6%	2	606	17,939	0,000	-2,079	0,006	0,555	0,000	59,417
ASP1	6,6%	2	608	21,332	0,000	-3,706	0,000	0,680	0,000	99,043
ADP1	4,0%	2	607	12,497	0,000	-1,737	0,027	0,490	0,000	60,788
ASP2	9,0%	2	608	30,141	0,000	-4,250	0,000	0,848	0,000	95,886
ADP2	3,1%	2	608	9,584	0,000	-1,842	0,021	0,390	0,005	62,580
ASP3	7,5%	2	607	24,681	0,000	-3,878	0,000	0,777	0,000	96,877
ADP3	2,9%	2	605	9,162	0,000	-1,096	0,176	0,486	0,001	59,609
ASz1	9,2%	2	612	31,030	0,000	-6,346	0,000	0,827	0,000	112,089
ASz2	11,0%	2	611	37,621	0,000	-6,746	0,000	0,758	0,000	108,123
ASz3	8,3%	2	609	27,578	0,000	-6,470	0,000	0,488	0,011	108,853
ADz1	2,2%	2	611	6,842	0,001	-0,386	0,695	0,581	0,001	60,935
ADz2	1,0%	2	610	3,022	0,049	-0,481	0,585	0,325	0,035	65,151
ADz3	1,1%	2	608	3,499	0,031	-0,165	0,833	0,334	0,015	62,248
PSL1	12,4%	2	593	42,145	0,000	-5,793	0,000	0,985	0,000	92,624
PSL2	11,1%	2	593	36,886	0,000	-5,363	0,000	0,935	0,000	92,211
PSL3	10,3%	2	590	33,948	0,000	-5,320	0,000	0,907	0,000	92,844
PSP1	7,2%	2	591	22,839	0,000	-4,318	0,000	0,816	0,000	94,571
PSP2	9,0%	2	591	29,289	0,000	-4,649	0,000	0,979	0,000	90,542
PSP3	10,7%	2	588	35,104	0,000	-6,016	0,000	0,842	0,000	94,718
DSL1	12,6%	2	580	41,886	0,000	-5,746	0,000	-5,746	0,000	89,967
DDL1	3,4%	2	562	9,823	0,000	-0,225	0,787	0,608	0,000	57,138
DSL2	11,6%	2	572	37,563	0,000	-6,736	0,000	0,829	0,000	97,194
DDL2	1,6%	2	552	4,395	0,013	-1,302	0,111	0,274	0,057	64,926
DSP1	9,8%	2	565	30,642	0,000	-5,650	0,000	0,827	0,000	96,867
DDP1	2,0%	2	546	5,439	0,005	-0,370	0,673	0,459	0,003	59,839
DSP2	10,1%	2	559	31,287	0,000	-6,106	0,000	0,700	0,000	98,512
DDP2	1,5%	2	540	4,187	0,016	-0,320	0,679	0,352	0,009	61,324

Legenda: y (závislé proměnná)

R2: koeficient determinace (% procento vysvětleného rozptylu)

df1, df2: stupně volnosti

F(df1;df2): F-statistika atestující celkovou validitu modelu

b0, b1, b2: lineární regresní koeficienty

p, p1, p2: odpovídající P-hodnoty

Tabulka č. 8: Testové statistiky a statistická významnost parametrů alternativního 2Way ANOVA modelu

y	Model: $y = b_0 + z_1(\text{SEX}) + z_2(\text{tBMI})$					SEX		tBMI		SEX*tBMI	
	R2	df1	df2	F(df1;df2)	p	F1	p1	F2	p2	F3	p3
ASL1	8,3%	5	607	11,937	0,000	11,937	0,001	5,113	0,006	0,441	0,644
ADL1	9,6%	5	607	12,825	0,000	5,99	0,015	7,41	0,001	0,20	0,816
ASL2	9,6%	5	607	12,825	0,000	14,26	0,000	5,23	0,006	0,37	0,689
ADL2	5,4%	5	605	6,879	0,000	7,58	0,006	3,18	0,042	2,04	0,131
ASL3	13,3%	5	604	18,478	0,000	13,92	0,000	9,73	0,000	1,19	0,305
ADL3	4,9%	5	603	6,163	0,000	11,47	0,001	3,86	0,022	1,08	0,341
ASP1	6,4%	5	605	8,219	0,000	3,56	0,060	5,66	0,004	1,61	0,201
ADP1	3,7%	5	604	4,594	0,000	6,39	0,012	2,48	0,085	0,63	0,534
ASP2	8,6%	5	605	11,361	0,000	6,39	0,012	8,22	0,000	1,21	0,299
ADP2	2,2%	5	605	2,700	0,020	5,10	0,024	0,53	0,591	0,17	0,847
ASP3	7,1%	5	604	9,165	0,000	5,25	0,022	6,64	0,001	0,86	0,424
ADP3	2,0%	5	602	2,411	0,035	2,04	0,153	1,94	0,144	0,03	0,972
ASz1	9,9%	5	609	13,411	0,000	13,97	0,000	3,69	0,025	2,86	0,058
ASz2	11,1%	5	608	15,111	0,000	20,59	0,000	4,45	0,012	0,32	0,728
ASz3	8,4%	5	606	11,140	0,000	15,28	0,000	2,90	0,056	0,46	0,631
ADz1	2,2%	5	608	2,732	0,019	0,02	0,891	4,63	0,010	0,97	0,378
ADz2	0,7%	5	607	0,912	0,473	0,84	0,359	1,38	0,253	0,06	0,938
ADz3	0,9%	5	605	1,107	0,356	0,29	0,588	1,71	0,183	0,36	0,695
PSL1	11,2%	5	590	14,831	0,000	25,00	0,000	5,89	0,003	0,30	0,743
PSL2	10,4%	5	590	13,686	0,000	22,05	0,000	5,72	0,003	0,44	0,641
PSL3	9,7%	5	587	12,581	0,000	13,73	0,000	6,33	0,002	0,26	0,768
PSP1	7,2%	5	588	9,085	0,000	6,43	0,012	5,90	0,003	0,31	0,733
PSP2	9,1%	5	588	11,720	0,000	10,42	0,001	8,24	0,000	0,01	0,988
PSP3	10,6%	5	585	13,801	0,000	16,87	0,000	7,00	0,001	0,08	0,926
DSL1	12,1%	5	577	15,852	0,000	5,93	0,015	12,34	0,000	2,74	0,065
DDL1	2,5%	5	559	2,817	0,016	1,35	0,245	3,03	0,049	0,56	0,572
DSL2	12,0%	5	569	15,445	0,000	10,14	0,002	9,59	0,000	3,10	0,046
DDL2	1,7%	5	549	1,939	0,086	3,69	0,055	1,75	0,174	0,48	0,616
DSP1	10,2%	5	562	12,704	0,000	5,99	0,015	8,36	0,000	2,03	0,132
DDP1	1,4%	5	543	1,549	0,173	0,19	0,663	1,72	0,180	0,11	0,893
DSP2	10,6%	5	556	13,225	0,000	11,03	0,001	7,96	0,000	1,07	0,342
DDP2	1,1%	5	537	1,227	0,295	0,18	0,669	2,28	0,103	0,05	0,953

Legenda: y: závisle proměnná

R2: koeficient determinace (% procento vysvětleného rozptylu)

df1, df2: stupně volnosti

F(df1;df2) resp. F1, F2, F3: F-statistiky atestující celkovou validitu resp. významnost faktorů

b0: absolutní člen (formální)

p, p1, p2, p3: odpovídající P-hodnoty

Regresní model potvrdil svou validitu (dle sloupce p-values). Ve většině případů se projevovala větší závislost na BMI. Výjimku tvoří porovnání s hodnotami systolického tlaku měřeného po zátěži, ta projevila velkou závislost na pohlaví. Měření systolického krevního tlaku auskultační metodou prokázalo rozdíl pro obě pohlaví. Větší výpovědní hodnotu jsme mohli pozorovat také u metody auskultační a digitální, zde však soubor nedodrжуje podmínky normálového rozdělení, tím pádem nemůžeme výsledky považovat za validní.

ANOVA model poskytl velmi podobné výsledky jako model regresní. Tento test navíc testoval člen $SEX \cdot tBMI$, který se prokázal jako nesignifikantní. Průměry a směrodatné odchylky jsou odhadnuty v rámci ANOVA modelu v příloze [Příloha 1]. Palpační metoda se liší nejvíce od obou ostatních metod.

Tabulka č. 9: Komparace různých metod měření tlaku (včetně opakování)

Var1	Var2	Párový t-test				Wilcoxonův párový test		
		diff	t	df	p	N	Z	P-
ASL1	DSL1	1,134021	2,542011	581	0,011	515	2,872390	0,004
ASL2	DSL2	0,662609	1,558253	574	0,120	521	1,564627	0,118
ASP1	DSP1	0,522887	1,226216	567	0,221	496	0,942181	0,346
ASP2	DSP2	2,091071	4,724153	559	0,000	487	4,752007	0,000
ASL1	PSL1	1,823826	4,438727	595	0,000	440	3,731724	0,000
ASL2	PSL2	2,229866	5,610760	595	0,000	486	4,946480	0,000
ASL3	PSL3	1,672297	4,124364	591	0,000	477	3,863585	0,000
ASP1	PSP1	2,043771	4,994730	593	0,000	450	4,733417	0,000
ASP2	PSP2	2,796639	6,641251	594	0,000	487	6,038369	0,000
ASP3	PSP3	2,288851	5,555795	591	0,000	476	5,493496	0,000
PSL1	DSL1	-1,19190	-2,33159	567	0,020	513	1,902160	0,057
PSL2	DSL2	-1,71174	-3,41421	561	0,001	516	3,492491	0,000
PSP1	DSP1	-1,43604	-2,88761	554	0,004	516	3,268501	0,001
PSP2	DSP2	-0,790528	-1,58099	548	0,114	500	1,366508	0,172

Legenda: Var1, Var2 - párově srovnávané proměnné

diff - atestovaná diference aritmetických průměrů (viz Tabulka 1)

N1 resp. N2: počet platných hodnot pro normální resp. neparametrický test

T resp. Z: testová statistika pro párový T-test resp. jednovýběrový Wilcoxonův test

p1 resp. p2: P-hodnoty pro párový T-test resp. jednovýběrový Wilcoxonův test

Palpační a auskultační metoda se nejvíce liší ve všech měřeních. Obdobně hodnota $p < 0,001$ vyšla při porovnání auskultační a digitální metody, pro druhé měření na levé ruce. V prvním řádku byly shledány rozdíly na nižších hladinách významnosti ($Z = 2,872$, $p = 0,004$). Pro porovnání PSP1 a DSP1 vyšly hodnoty $Z = 3,26$ a $p = 0,001$. V ostatních případech dosahovalo p větších hodnot, tzn., že se měření výrazněji lišila.

8. Diskuse

Pro podobné práce tohoto typu bych pro příště vylepšil záznam měření krevního tlaku, pro jeho snadné statistické zpracování. Tabulka pro záznam hodnot by měla být vytvořena v excelu, s uzamčeným formátováním aby nikdo nemohl přidávat, ubírat či jinak přehazovat řádky. Ovšem nejdůležitější je dle mého názoru správně instruovat studenty aby přesně věděli, kam naměřené údaje zapsat. Tyto tabulky, poté nejlépe zasílat na jednu e-mailovou adresu pro lepší orientaci v datech. Při splnění těchto podmínek bude minimální práce s převodem dat do jakéhokoli statistického programu a vyhodnotit je.

Dle výsledků z tabulek 6-8 je zřejmá závislost mezi BMI a krevním tlakem pacienta. Je vidět, že osoby s BMI nad 25, mají vyšší tlak než je fyziologický.

Velice zajímavé je porovnání hodnot systolického tlaku u žen a mužů. Zatímco ženy s nižším BMI snáší zátěž velmi dobře, ženy s hodnotou BMI nad 25 mají hodnoty zřetelně vyšší. Zajímavé je, že muži s různým BMI mají stejně vysokou hodnotu krevního tlaku jednu minutu po zátěži. Dalo by se to interpretovat tak, že mužská část pozorované skupiny je trénovanější než část ženská. Po dvou a třech minutách se však grafy pro ženskou a mužskou část velmi podobají. Diastolický tlak po zátěži je u obou pohlaví velice podobný.

9. Závěr

Práce potvrdila prvotní hypotézy. Palpační metoda vyšla jako velmi nepřesná. Další metody dopadly o poznání lépe. Auskultační i digitální metoda potvrdily svou přesnost. Přestože by o něco větší přesnost měla vykazovat metoda auskultační, potvrdilo se, že záleží na zkušenostech vyšetřujícího. Potvrdila se závislost tlaku na pohlaví a tBMI (zastupuje spojitou BMI). Překvapivě statisticky nevýznamný se ukázal vliv pohlaví na tlak.

ZDROJE:

- [1] ROZMAN, Jiří, a kol. Elektronické přístroje v lékařství, vyd. 1. Praha: Academia, 2006, 406 s. ISBN 80-200-1308-3
- [2] WIDIMSKÝ, Jiří, Jr. Arteriální hypertenze minimum pro praxi, vyd. 1. Praha: Edice Levou zadní, 1998, 80 s. ISBN 80-85875-59-4
- [3] ZITKO, Miroslav, a kol. Praktikum z lékařské biofyziky, vyd. 1. Praha: TRITON, 1999, 88 s. ISBN 80-7254-435-7
- [4] ANDĚL, Jiří. Základy matematické statistiky, vyd. 1. Praha: Matfyzpress, 2002, 358 s. ISBN 80-86732-40-1
- [5] Navrátil, Leoš, a kol. Vnitřní lékařství, vyd. 1. Praha: Grada publishing, 2008, 424 s. ISBN 978-80-247-2319-8
- [6] WIKIPEDIA [online]. 2011 [cit. 2011-05-22]. Měření krevního tlaku Dostupné z WWW <http://cs.wikipedia.org/wiki/M%C4%9B%C5%99en%C3%AD_krevn%C3%ADho_tlaku>
- [7] MEDICABAZE [online]. 2008 [cit. 2011-05-22]. Retinopatie Dostupné z www <http://www.medicabaze.cz/index.php?&sec=term_detail&termId=1785&tname=Retinopatie>

Seznam zkratek

TK - krevní tlak

mmHg - milimetr rtuťového sloupce (jednotka tlaku)

HT - hypertenze

STK - systolický tlak krve

DTK - diastolický tlak krve

ACEI - inhibitor angiotenzin konvertujícího enzymu

LK – levá srdeční komora

ICHS – ischemická choroba srdeční

AIM – akutní infarkt myokardu

BMI- body mass index

MAP – střední arteriální tlak

Hz – hertz, jednotka frekvence

Seznam tabulek

<i>Tabulka č. 1: Definice a klasifikace hypertenze.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabulka č. 2: Doporučené rozměry manžety pro měření TK.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabulka č. 3: Léčba mírné hypertenze.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabulka č. 4: Volba antihypertenziv při komplikacích hypertenze a dalších situacích.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka č. 5: Ukázka protokolu pro záznam naměřených hodnot.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabulka č. 6: Popisné charakteristiky souboru (naměřených hodnot).....</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka č. 7: Testové statistiky a statistická významnost parametrů lineárního regresního modelu.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka č. 8: Testové statistiky a statistická významnost parametrů alternativního 2Way ANOVA modelu.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka č. 9: Komparace různých metod měření tlaku (včetně opakování).....</i>	<i>28</i>